

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

---



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 102 45 035.8

**Anmeldetag:** 26. September 2002

**Anmelder/Inhaber:** Dr. Ing. h.c. F. Porsche Aktiengesellschaft,  
Stuttgart/DE

**Bezeichnung:** Verfahren zur Regelung des Fahrverhaltens mittels  
Einflussnahme zur Vermeidung des Untersteuerns

**IPC:** B 62 D, B 60 K

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 24. Juli 2003  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

Ebert

## **Verfahren zur Regelung des Fahrverhaltens mittels Einflussnahme zur Vermeidung des Untersteuerns**

Die vorliegende Erfindung betrifft Fahrzeuge mit einem Allradantrieb mit fester  
5 Drehmomentenverteilung und regelbarer Längssperre sowohl mit als auch ohne  
regelbare Hauptachsen - Quersperre.

Bei Fahrzeugen mit einem Sperrmoment an Längs- und/oder Quersperre kann es in  
bestimmten Fahrsituationen aufgrund der Drehmomentenverteilung zwischen Vorder- und  
10 Hinterachse und der Reibwertverhältnisse an den Rädern zu einem Untersteuern des  
Fahrzeuges kommen. Dies führt dazu, dass das Fahrzeug nicht mehr dem  
Fahrtrichtungswunsch des Fahrers folgt und über die Vorderräder schiebt.

Die vorliegende Erfindung nutzt die Erkenntnis, über den Zusammenhang von  
15 Fahrzeuggeschwindigkeit, Querbefleunigung und Lenkwinkel für eine optimale  
Steuerung der Querbefleunigung aus. Das erfindungsgemäße Verfahren hat den  
Vorteil, dass im Falle eines Untersteuerns durch eine Veränderung der  
Momentenverteilung zwischen den Achsen und/oder dem Reduzieren des  
Sperrmomentes der Quersperre das Fahrverhalten des Fahrzeuges beeinflusst werden  
20 kann. Besonders vorteilhaft ist, dass über die Querbefleunigung und die  
Fahrgeschwindigkeit in einem dreidimensionalen Kennfeld eine Hüllkurve für die  
zugehörigen Lenkwinkel gespeichert werden kann. Damit kann für jede Fahrsituation der  
entsprechende Lenkwinkel bestimmt werden, bei dem das Fahrzeug ein neutrales  
Fahrverhalten aufweist. Somit ergibt sich bei der vorliegenden Erfindung der Vorteil, dass  
25 bei einem Abweichen des Lenkwinkels von der Hüllkurve ein instabiler Fahrzustand  
erkannt wird, wobei ein Untersteuern des Fahrzeuges erkannt wird, wenn der tatsächliche  
Lenkwinkel größer als der von der Hüllkurve vorgegeben ist. Liegt der Lenkwinkel  
innerhalb der Hüllkurve, liegt eine normale Fahrsituation vor und das Fahrzeug folgt dem  
Fahrtrichtungswunsch des Fahrers. Bei der Bestimmung der Fahrsituation sind eine  
30 Vielzahl weiterer Parameter, wie der Gierwinkel, die Giergeschwindigkeit, die

Gierbeschleunigung, die Fahrgeschwindigkeit oder auch Ersatzmodelle für die Raddrehzahlen einbeziehbar. Letztendlich können Größen, die das Fahrverhalten eines Fahrzeuges beeinflussen, in der Applikation ermittelt bewertet und als Information im Steuergerät des Fahrzeuges abgelegt werden.

5

Eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Steuerung ist in der Fig. dargestellt und im nachfolgenden näher erläutert.

Die Figur zeigt einen Ablaufplan zur Durchführung des Verfahrens zum Erkennen eines Übersteuerns des Fahrzeuges und die Schritte zum Regulieren dieses instabilen Fahrverhaltens.

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Regelung der Längs- und/oder Quersperre eines Fahrzeuges ist als Prinzipschema dargestellt, wobei Details, die für den Grundgedanken der Erfindung nicht wesentlich sind, hier nicht näher erläutert werden sollen.

Bei dem vorliegenden Verfahren werden zunächst in einem ersten Arbeitsschritt 10 die verschiedenen Betriebsparameter wie Fahrgeschwindigkeit  $v$ , Querb beschleunigung  $a_q$  und Lenkwinkel  $LW$  als Eingangsgrößen erfasst. Üblicherweise liegen diese Werte bereits im Fahrzeug vor und werden beispielsweise über eine CAN - Bus an die einzelnen Steuergeräte übertragen. Es müssen zur Auswertung und Durchführung keine weiteren Sensoren oder Auswerteeinheiten vorgesehen werden, sondern nur die benötigten Werte ausgelesen und für die weitere Verarbeitung zur Verfügung gestellt werden. Anschließend wird in einem Arbeitsschritt 11 abgelegten Kennfeld, das sich über die Fahrgeschwindigkeit  $v$  und Querb beschleunigung  $a_q$  erstreckt, der zugehörige Kennfeldlenkwinkel  $LW(KF)$  für diese Fahrgeschwindigkeit  $v$  und die Querb beschleunigung  $a_q$  ausgelesen. Das Kennfeld wurde beispielsweise bereits in der Applikation ermittelt und im Steuergerät gespeichert. Im Abfrage 12 werden nun der aktuelle  $LW(akt)$  und der dem Kennfeldwert entnommene für den Kennfeldlenkwinkel  $LW(KF)$  miteinander verglichen. Die beiden Werte dürfen um eine vorgebbare Abweichung  $\Delta$  voneinander abweichen, ohne dass ein Handlungsbedarf für einen Eingriff zur Veränderung der

Querschleunigung erkannt wird. Das bedeutet, wenn der aktuelle Lenkwinkel  $LW(akt)$  in diesem zulässigen Bereich,  $LW(akt) = LW(KF) + \Delta$ , dann führt der Ja Ausgang dieser Abfrage 12 an einen Programmschritt 15, in welchem ein ordnungsgemäßes Fahrverhalten erkannt wird und keine zusätzlichen Eingriffe in die Fahrsituation  
5 vorgenommen werden. Wurde jedoch eine entsprechend große Abweichung der Lenkwinkel erkannt, so führt der Nein Ausgang der Abfrage 12 an einen Arbeitsschritt 13, in welchem nun ein Übersteuern und damit eine notwendige Veränderung der Querschleunigung erkannt wird. Dieses Verändern der Querschleunigung wird im nachfolgenden Arbeitsschritt 14 über ein entsprechendes Ansteuern der Längs- und/oder  
10 Quersperre realisiert. Die Änderung der Querschleunigung wird durch Erhöhung des Seitenführungspotentials realisiert, wobei diese Erhöhung mittels einer Veränderung des Verteilerverhältnisses und somit durch die entsprechende Ansteuerung der Sperren erfolgt. Dadurch wird auch eine Korrektur des Lenkwinkels erforderlich, so daß der Fahrer in den Regelkreis mit eingebunden wird. Durch die Korrektur von  
15 Querschleunigung und/oder Lenkwinkel stabilisiert sich das Fahrzeug auf der vorgegebenen neutralen Bahnkurve. Die Stufen zum Abbau des Übersteuerns durch Veränderung der Längs- und/oder Quersperre können hierbei variable bestimmt werden. Die Geschwindigkeit des Regelvorganges kann beispielsweise abhängig sein von weiteren Erfordernissen an das Fahrzeug, wobei hier beispielsweise auch der aktuelle Zustand der  
20 Fahrbahn berücksichtigt werden kann. Nach erfolgter Anpassung des Fahrverhalten des Fahrzeuges wird dies im Schritt 16 erkannt und es können nun neue Werte für die erfindungsgemäße Steuerung erfasst werden.

Die Werte für die Hüllkurve wurden, wie bereits oben ausgeführt, bereits im Vorfeld  
25 theoretisch ermittelt und im Fahrversuch immer auf den jeweiligen Fahrzeugtyp abgestimmt. Eine mögliche neutrale Bahnkurve für den Lenkwinkel ergibt sich aus der Funktion  $LW = f(a_q, v_{Fzg})$ .

Grundsätzlich kann diese erläuterte Strategie zur Untersteuerkorrektur auch zur  
30 Übersteuerkorrektur eingesetzt werden. Es ist weiterhin festzuhalten, dass durch in

allgemeinen im Fahrbetrieb nicht konstanten Lenkwinkel der Fahrer ebenfalls einen Teil des Regelkreises darstellt. Eine Reduzierung des Vorderachsanteils und/oder die Reduzierung des Sperrmomentes einer Quersperre endet auch die Seitenführungskapazität der Vorderachse, so dass das Ausmaß des Untersteuerns reduziert und idealerweise beseitigt wird.

Diese Regelstrategie kann angewendet werden bei Vierradantrieb mit Längskupplung, bei Vierradantrieb mit fester Verteilung der regelbaren Längssperre und regelbaren Hinterachsquersperre und bei Zweiradantrieb mit regelbarer Quersperre.

### Patentansprüche

1. Verfahren zu Regelung des Fahrverhaltens von Fahrzeugen mit einer regelbaren  
5 Längskupplung und/oder einer regelbaren Hauptachsen - Quersperre bei Allradsystemen und einer regelbaren Quersperre bei Fahrzeugen mit Einachsenbetrieb, wobei zumindest die Fahrgeschwindigkeit ( $v$ ), die Querbesehleunigung ( $a_q$ ) und der aktuelle Lenkwinkel ( $LW(akt)$ ) erfasst werden, wobei einem abgelegten Kennfeld, welches sich über die Fahrgeschwindigkeit ( $v$ ) und die  
10 Querbesehleunigung ( $a_q$ ) erstreckt ein, ein zu der Fahrgeschwindigkeit ( $v$ ) und die Querbesehleunigung ( $a_q$ ) zugehöriger Kennfeldlenkwinkel ( $LW(KF)$ ) entnehmbar ist, wobei bei einem Überschreiten einer vorgebbaren Abweichung ( $\Delta$ ) des aktuellen Lenkwinkels ( $LW(akt)$ ) vom Kennfeldlenkwinkel ( $LW(KF)$ ) die Querbesehleunigung ( $a_q$ ) verändert wird.
- 15 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine verändernde Querbesehleunigung über eine Veränderung der Längs- und/oder Quersperre erfolgt.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Veränderung der  
20 Ansteuerung der Längs- und/oder Quersperre in variablen Schritten erfolgt.
4. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sich über eine Reduzierung des Sperrmomentes die Seitenführungskapazität ändert und so das Ausmaß des Untersteuerns reduziert wird.

## **Zusammenfassung**

### **5      Verfahren zur Regelung des Fahrverhaltens mittels Einflussnahme zur Vermeidung des Untersteuerns**

Verfahren zu Regelung des Fahrverhaltens von Fahrzeugen mit einer regelbaren Längskupplung und/oder einer regelbaren Hauptachsen - Quersperre bei Allradsystemen  
10 und einer regelbaren Quersperre bei Fahrzeugen mit Einachsenbetrieb, wobei zumindest die Fahrgeschwindigkeit ( $v$ ), die Querb beschleunigung ( $a_q$ ) und der aktuelle Lenkwinkel ( $LW(akt)$ ) erfasst werden. Aus einem abgelegten Kennfeld, welches sich über die Fahrgeschwindigkeit ( $v$ ) und die Querb beschleunigung ( $a_q$ ) erstreckt, wird für die jeweilige Fahrgeschwindigkeit ( $v$ ) und der Querb beschleunigung ( $a_q$ ) der zugehörige Lenkwinkel  
15 ( $LW(KF)$ ) ermittelt und dann mit dem aktuellen Lenkwinkel ( $LW(akt)$ ) verglichen. Weichen beide Lenkwinkel um mindestens einen vorgebbaren Betrag voneinander ab, wird die Querb beschleunigung durch Verändern des Sperrmomentes für ein stabiles Fahrverhalten angepasst

